

ATTORNEY DOCKET NO.: 71310

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : ANGENENDT et al.  
Serial No :  
Confirm No :  
Filed :  
For : METHOD AND DEVICE...  
Art Unit :  
Examiner :  
Dated : March 23, 2004

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany

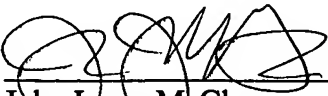
Number: 103 14 651.2

Filed: 1/April/2003

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted  
for Applicant(s),

By:

  
\_\_\_\_\_  
John James McGlew  
Reg. No.: 31,903  
McGLEW AND TUTTLE, P.C.

JJM:tf  
Enclosure: - Priority Document  
71310.4

DATED: March 23, 2004  
SCARBOROUGH STATION  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827  
(914) 941-5600

NOTE: IF THERE IS ANY FEE DUE AT THIS TIME, PLEASE CHARGE IT TO OUR  
DEPOSIT ACCOUNT NO. 13-0410 AND ADVISE.

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH  
THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL, REGISTRATION NO.  
EV436440725US IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR  
PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON March 23, 2004

McGLEW AND TUTTLE, P.C., SCARBOROUGH STATION,  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827

By: Yonisha Forte Date: March 23, 2004



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 14 651.2

**Anmeldetag:** 01. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** Howaldtswerke-Deutsche Werft AG,  
24143 Kiel/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen der  
Restfahrdauer eines Unterseebootes

**IPC:** B 63 G 8/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Remus

Anmelder: Howaldswerke-Deutsche Werft AG

Titel: Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrdauer eines Unterseebootes

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrdauer bzw. der Restkapazität der Batterie eines Unterseebootes.

5

Für konventionelle Unterseeboote ist die Batterie in bestimmten Einsatzsituationen die einzige Energiequelle. Um die mögliche Rest-Fahrdauer vorausberechnen zu können, genügt es nicht, die verfügbare Energiemenge zu kennen. Vielmehr ist die Restfahrdauer von mehreren Parametern abhängig. Es sind dies sowohl Batterie-Betriebsparameter, als auch Betriebsparameter der übrigen Aggregate des Unterseebootes. Die jeweiligen Batteriedaten werden aus einer Batterie-Überwachungsanlage bezogen. Für die übrigen Aggregate des Unterseebootes werden von der Werft rechnerische Verbrauchswerte für die gebräuchlichen Betriebssituationen angegeben, auf deren Grundlage dann bei bestimmten Batteriedaten die mögliche Restfahrdauer in einer bestimmten Fahrsituation oder die bei einer vorgegebenen Fahrdauer verbleibende Restkapazität der Batterie rechnerisch bestimmt werden kann.

20

Nachteilig an diesem bekannten Verfahren zum Bestimmen der Restfahrdauer bzw. Restfahrzeit eines Unterseebootes ist, dass sich die Restfahrdauer bzw. die verbleibende Restkapazität einer Batterie nur verhältnismäßig ungenau bestimmen lässt.

25

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrdauer eines

Unterseebootes zu schaffen, welche eine genauere Vorausbestimmung der Restfahrtdauer bzw. der Restkapazität der Batterie nach einer vorbestimmten Fahrtdauer ermöglichen.

- 5 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 10 angegebenen Merkmalen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen.
- 10 Das erfindungsmäße Verfahren ermöglicht eine genauere vorausbestimmung der Restfahrtdauer eines Unterseebootes bzw. eine genauere Vorausbestimmung der Restkapazität einer Batterie nach einer vorbestimmten Fahrtzeit, da der Berechnung nicht rechnerisch bestimmte und von der Werft vorgegebene Verbrauchswerte für die einzelnen
- 15 Aggregate des Unterseebootes zugrunde gelegt werden, sondern unter realen Bedingungen messtechnisch bestimmte Verbrauchsprofile. Zur Bestimmung dieser Verbrauchsprofile wird zunächst für zumindest eine bestimmte Fahrsituation des Unterseebootes eine Referenzfahrt durchgeführt. Eine solche Fahrsituation kann beispielsweise eine Or-
- 20 tungsfahrt, eine Schleichfahrt, ein Unterwassermarsch oder eine Überwasserfahrt sein, wobei bei diesen einzelnen Fahrsituationen jeweils bestimmte Aggregate des Unterseebootes in Betrieb sind oder nicht. Bei der durchgeführten Referenzfahrt wird für die bestimmte Fahrsituation die Leistungsaufnahme des Unterseebootes erfasst und als situations-
- 25 abhängiges Verbrauchsprofil gespeichert. Dabei wird bevorzugt die Leistungsaufnahme sämtlicher Aggregate, welche bei der bestimmten Fahrsituation in Betrieb sind, erfasst, um ein möglichst genaues Verbrauchsprofil zu erzeugen. Das auf diese Weise ermittelte und abgespeicherte situationsabhängige Verbrauchsprofil für eine bestimmte
- 30 Fahrsituation wird später zur Vorausberechnung einer verbleibenden Restfahrtdauer oder verbleibenden Restkapazität der Batterie verwendet. Für die Berechnung der Restfahrtdauer werden aktuelle Batterie-

daten, welche Auskunft über die verbleibende Kapazität bzw. den Ladezustand der Batterie geben, herangezogen und dann auf Grundlage des zu der beabsichtigten Fahrsituation passenden situationsabhängigen Verbrauchsprofils, welches während der Referenzfahrt gespeichert worden ist, die verbleibende Restfahrdauer bei den aktuell ermittelten Batteriedaten berechnet. Es wird somit bestimmt, für welche Restfahrdauer die vorhandene Energie ausreicht. Alternativ kann bei einer vorbestimmten Fahrdauer die nach dieser Fahrdauer verbleibende Restkapazität der Batterie bestimmt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass die situationsabhängigen Verbrauchsprofile unter realen Bedingungen immer wieder neu bestimmt werden können. So kann beispielsweise eine erforderliche Referenzfahrt nach dem Auslaufen des Unterseebootes aus einem Hafen durchgeführt werden, um dann für die verbleibende Fahrt aktuelle Verbrauchsprofile für die Fahrdauerberechnung zur Verfügung zu haben. So werden bei der Bestimmung der Verbrauchsprofile z.B. alterungsbedingte oder auch technische Veränderungen des Unterseebootes berücksichtigt. So können z.B. Bewuchs an der Außenhaut und andere widerstandserhöhende Effekte den Leistungsbedarf des Propellermotors bei gleicher Bootsgeschwindigkeit erhöhen. Auch kann sich die Leistungsaufnahme einiger Schiffshilfsmaschinen durch Alterungseffekte, beispielsweise Leckagen, Verschleiß, etc. erhöhen. Da die erforderlichen Referenzfahrten in regelmäßigen Abständen, vorzugsweise beim Auslaufen des Unterseebootes durchgeführt werden, können derartige Veränderungen in den Verbrauchsprofilen berücksichtigt werden und somit eine Restfahrdauer in einer bestimmten Fahrsituation aufgrund der genaueren Verbrauchswerte genauer vorausberechnet werden. Dies ermöglicht erforderliche Sicherheitstoleranzen bei der Vorausberechnung der Fahrdauer zu reduzieren.

Bevorzugt werden für mehrere vorbestimmte Fahrsituationen Referenzfahrten durchgeführt, bei welchen jeweils die Leistungsaufnahme des

Unterseebootes erfasst und als für die jeweilige Fahrsituation spezifisches situationsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert wird. Beispielsweise werden Referenzfahrten für die Fahrsituationen Ortungsfahrt, Schleichfahrt, Unterwassermarsch etc. durchgeführt und für jede dieser Fahrsituationen ein spezifisches situationsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert. Soll später beispielsweise für Schleichfahrt bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit die verbleibende Restfahrtdauer ermittelt werden, wird das bei der Referenzfahrt ermittelte und abgespeicherte spezifische Verbrauchsprofil für die Schleichfahrt herangezogen, um auf Grundlage der aktuellen Batteriedaten die verbleibende Restfahrtdauer zu bestimmen. Bevorzugt werden für alle gängigen Fahrsituationen situations- und insbesondere geschwindigkeitsspezifische Verbrauchsprofile erfasst und abgespeichert, um später für diese Fahrsituationen jeweils die Restfahrtdauer möglichst genau vorausberechnen zu können.

Bei der Referenzfahrt wird vorzugsweise in einer Fahrsituation ein Mittelwert der erfassten Leistungsaufnahme über einen bestimmten, vorzugsweise wählbaren Messzeitraum gebildet. Die Erfassung der Leistungsaufnahme über einen längeren Messzeitraum und die Bildung eines Mittelwertes über diesen Messzeitraum ermöglicht eine genauere Bestimmung der für die jeweilige Fahrsituation spezifischen Leistungsaufnahme. So kann ein genaues Verbrauchsprofil für die jeweilige Fahrsituation bestimmt werden.

Für eine durchzuführende Berechnung der Restfahrtdauer oder Restkapazität der Batterie ist zweckmäßiger Weise ein zuvor gespeichertes passendes Verbrauchsprofil durch einen Bediener auswählbar. Bevorzugt werden die gespeicherten Verbrauchsprofile dem Bediener von einem Rechner zur Auswahl angeboten, so das der Bediener dann das passende Profil für die gewünschte Fahrsituation auswählen kann und mittels des Rechners auf Grundlage aktueller Batteriedaten eine Be-

rechnung der Restfahrdauer des Unterseebootes in der bestimmten Fahrsituation durchführen kann. Alternativ kann für eine vorbestimmte Fahrdauer die nach Ablauf der Fahrdauer verbleibende Restkapazität einer Batterie auf entsprechende Weise berechnet werden. Die Auswahlmöglichkeit der unterschiedlichen Verbrauchsprofile durch einen Bediener ermöglicht, für verschiedene Fahrsituationen oder Geschwindigkeiten verbleibende Restfahrdauern durchzuspielen und dann diejenige Fahrsituation oder Geschwindigkeit auszuwählen, mit welcher sich eine erforderliche Fahrdauer realisieren lässt, und tatsächlich zu fahren.

Die Geschwindigkeit des Unterseebootes wird während einer Referenzfahrt zweckmäßigerweise durch entsprechenden Betrieb eines Propellermotors konstant gehalten, um für die jeweilige Fahrsituation und Geschwindigkeit ein möglichst genaues Verbrauchsprofil bestimmen zu können. Es besteht Möglichkeit, in einer Fahrsituation für unterschiedliche Geschwindigkeiten jeweils ein situations- und geschwindigkeitsabhängiges Verbrauchsprofil zu bestimmen und abzuspeichern. So kann später die Restfahrdauer nicht nur auf Grundlage einer spezifischen Fahrsituation sondern auch auf Grundlage einer bestimmten Geschwindigkeit in dieser Fahrsituation berechnet werden, so dass sich die Restfahrdauer noch genauer abschätzen lässt bzw. die für eine bestimmte Restfahrdauer maximal realisierbare Geschwindigkeit bestimmen lässt.

Zusätzlich kann für eine vorbestimmte Fahrsituation ein nicht durch Referenzfahrt ermitteltes Verbrauchsprofil aus zumindest zwei anderen durch Referenzfahrt ermittelten Verbrauchsprofilen interpoliert werden. Insbesondere können auf diese Weise durch Interpolation geschwindigkeitsabhängige Verbrauchsprofile für Geschwindigkeiten bestimmt werden, bei welchen keine Referenzfahrten durchgeführt wurden. Dazu wird das Verbrauchsprofil für den gewünschten Geschwindigkeitswert



- aus zwei Verbrauchsprofilen für benachbarte Geschwindigkeitswerte, welche durch Referenzfahrt bestimmt wurden, interpoliert. Dies bietet den Vorteil, dass die Restfahrdauer auch für von der Erfassung unabhängige Geschwindigkeitswerte berechnet werden kann. Der Bediener
- 5 wählt an der Anlage die jeweilige Fahrsituation und getrennt von dieser den zu betrachtenden Geschwindigkeitswert. Das Verbrauchsprofil für diesen Geschwindigkeitswert wird dann aus zwei gespeicherten Verbrauchsprofilen von benachbarten Geschwindigkeitswerten in derselben Fahrsituation durch Interpolation berechnet. Auf Grundlage dieses
- 10 Verbrauchsprofils kann dann eine Restfahrdauer bzw. Restkapazität bei dieser Geschwindigkeit vorausbestimmt werden. Eine Speicherung eines auf diese Weise berechneten Verbrauchsprofils ist nicht erforderlich, da die Berechnung jederzeit neu erfolgen kann.
- 15 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird zusätzlich der Kraftstoffvorrat mindestens eines Ladeaggregates erfasst und bei der Berechnung der Restfahrdauer oder Restkapazität einer Batterie berücksichtigt. Das Ladeaggregat kann beispielsweise wie bei konventionellen Unterseebooten üblich eine Dieselmachine mit Generator
- 20 sein, wobei der vorhandene Kraftstoff- bzw. Dieselvorrat in die Berechnung der Restfahrdauer mit aufgenommen wird. Wird neben der aktuell verfügbaren Batteriekapazität auch der verbleibende Kraftstoffvorrat in die Berechnung der Restfahrdauer mit aufgenommen, kann die Restfahrdauer somit auf Grundlage des gesamten verbleibenden Energievorrates des Unterseebootes unter Berücksichtigung aller Energiequellen berechnet werden, so dass sich eine maximale Gesamtfahrdauer des Unterseebootes bei einer bestimmten Fahrsituation und bestimmten Geschwindigkeit vorausberechnen lässt.
- 25
- 30 Weiter bevorzugt wird bei einem Unterseeboot mit Brennstoffzellenanlage zusätzlich der Brennstoff- und Oxidantvorrat der Brennstoffzellenanlage des Unterseebootes erfasst und bei der Berechnung der Restfahrdauer

dauer oder der Restkapazität der Batterie berücksichtigt. So kann auch hier eine Berechnung der Restfahrdauer bzw. der verbleibenden Restkapazität einer Batterie nach einer vorbestimmten Fahrdauer auf Grundlage des gesamten verbleibenden Energievorrates eines Unterseebootes sehr genau bestimmt werden. Üblicherweise wird ein mit Brennstoffzellenanlage versehendes Unterseeboot so betrieben, dass die Brennstoffzellenanlage die Grundlast absichert, während die Batterie bzw. die Batterien des Unterseeboots lediglich Leistungsspitzen abdecken. Wenn aufgrund der zuvor durchgeführten Referenzfahrt die genaue Leistungsaufnahme in Form eines situationsabhängigen Verbrauchsprofils für die jeweilige Fahrsituation gespeichert ist, kann bei der Berechnung der Restfahrdauer die für die Fahrsituation erforderliche Leistungsabgabe so auf die Batterien und die Brennstoffzellenanlage verteilt werden, dass eine gewünschte Restfahrdauer oder eine gewünschte Restkapazität der Batterie nach Ablauf der Fahrdauer realisiert werden kann. Dabei kann die Verteilung der von den Batterien und der von der Brennstoffzellenanlage abzugebenden Leistung an die aktuellen Batteriedaten, insbesondere die aktuelle Batteriekapazität sowie den aktuellen vorhandenen Brennstoff- und Oxidantvorrat der Brennstoffzellenanlage angepasst werden.

Die Leistungsaufnahme eines Propellermotors bzw. mehrerer Propellermotoren und der übrigen Aggregate des Unterseebootes kann gemeinsam an einem Messpunkt erfasst werden. Auf diese Weise kann die Messung der gesamten Leistungsaufnahme des Unterseebootes, das heißt die Leistungsaufnahme des elektrischen Propellermotors bzw. der Propellermotoren und aller übrigen Aggregate an einem Messpunkt erfolgen. Die gemeinsame Messung der Leistungsaufnahme des Propellermotors bzw. der Propellermotoren und aller übrigen Aggregate des Unterseebootes kann auch in der Weise erfolgen, dass der Leistungsfluss an allen Punkten erfasst wird, über die jeweils ein Teil der zu erfassenden

Gesamtleistung fließt, wobei aus den gemessenen Einzelwerten die Gesamtsumme der Leistungsaufnahme gebildet wird.

- Alternativ erfolgt die Erfassung der Leistungsaufnahme des Propellermotors bzw. der Propellermotoren und der übrigen Aggregate des Unterseebootes getrennt voneinander an zumindest zwei verschiedenen Messpunkten. Dies ermöglicht die getrennte Erfassung der Leistungsaufnahme verschiedener Aggregate in dem Unterseeboot, wodurch die Leistungsaufnahme einzelner Aggregate bei der Bestimmung situationsabhängiger Verbrauchsprofile für bestimmte Fahrsituationen berücksichtigt werden kann. Die so ermittelten Verbrauchsprofile sind differenzierter, da sie die Leistungsaufnahme einzelner Aggregate berücksichtigen. So kann bei einer späteren Berechnung der Restfahrdauer bzw. der verbleibenden Batteriekapazität auf Grundlage des zuvor ermittelten Verbrauchsprofils berücksichtigt werden, ob bestimmte Aggregate in der jeweiligen Fahrsituation eingeschaltet sind oder nicht. Eine solche differenzierte Berücksichtigung des Verbrauchs einzelner Aggregate könnte auch durch Durchführung mehrerer Referenzfahrten, bei welchen einzelne Aggregate jeweils ein- oder ausgeschaltet sind, erfolgen. Wenn jedoch die Leistungsaufnahme einzelner Aggregate direkt an unterschiedlichen Messpunkten erfolgt, können einzelne Referenzfahrten eingespart werden, und die Ermittlung situationsabhängiger Verbrauchsprofile kann schneller und einfacher erfolgen.
- Neben dem beschriebenen Verfahren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Ausführung des zuvor beschriebenen Verfahrens zum Bestimmen der Restfahrdauer eines Unterseebootes. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrdauer eines Unterseebootes bzw. zum Vorausbestimmen der verbleibenden Restkapazität der Batterie eines Unterseebootes nach einer vorbestimmten Fahrdauer umfasst einen Rechner, eine Anzeige- und Eingabeeinrichtung sowie eine Erfassungseinheit zum Erfassen der Leistungsaufnahme des

Unterseebootes. Dabei erfasst die Erfassungseinheit vorzugsweise die gesamte Leistungsaufnahme des Unterseebootes, das heißt die Leistungsaufnahme sämtlicher Aggregate und des Propellermotors. Der Rechner der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst ein Profilerzeugungsmodul zum Erzeugen zumindest eines situations- und/oder geschwindigkeitsabhängigen Verbrauchsprofils bei zumindest einer bestimmten Fahrsituation. Dabei erstellt das Profilerzeugungsmodul ein bestimmtes situations- und/oder geschwindigkeitsabhängiges Verbrauchsprofil auf der Grundlage der von der Erfassungseinheit erfassten Daten, das heißt der Leistungsaufnahme des Unterseebootes in einer bestimmten Fahrsituation. Zum Erstellen des Verbrauchsprofils erfolgt eine Referenzfahrt in der bestimmten Fahrsituation, bei welcher bestimmte für die Fahrsituation benötigte Aggregate des Unterseebootes eingeschaltet sind und mit einer bestimmten vorzugsweise konstanten Geschwindigkeit gefahren wird. Bei dieser Referenzfahrt erfasst die Erfassungseinheit die Leistungsaufnahme des Unterseeboots und das Profilerzeugungsmodul des Rechners erzeugt auf Grundlage der erfassten Leistungsaufnahme ein situations- und/oder geschwindigkeitsabhängiges Verbrauchsprofil für diese spezifische Fahrsituation. Ferner ist in dem Rechner gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Speichermodul zum Speichern des erzeugten Verbrauchsprofils vorgesehen. Nach Erstellung des situationsabhängigen Verbrauchsprofils durch das Profilerzeugungsmodul, wird das Verbrauchsprofil zur späteren Verwendung in dem Speichermodul abgespeichert. Auf diese Weise kann eine Vielzahl unterschiedlicher situationsabhängiger Verbrauchsprofile für verschiedene Fahrsituationen und verschiedene Geschwindigkeiten durch Referenzfahrten ermittelt werden und in dem Speichermodul abgelegt werden. Ferner umfasst der Rechner ein Berechnungsmodul zum Berechnen der Restfahrtzeit in einer bestimmten Fahrsituation auf Grundlage eines gespeicherten Verbrauchsprofils für diese Fahrsituation und aktueller Batteriedaten. Das Berechnungsmodul ist so eingerichtet, dass es vorzugsweise nach Auswahl durch einen Bediener über die Ein-

gabeeinrichtung ein bestimmtes zuvor abgespeichertes Verbrauchsprofil aus dem Speichermodul ausliest und dann auf Grundlage aktuell bestimmter Batteriedaten, welche beispielsweise von einer Batterieüberwachungsanlage zur Verfügung gestellt werden, die verbleibende

5 Restfahrtdauer des Unterseebootes für die zu dem ausgelesenen Verbrauchsprofil gehörige Fahrsituation bestimmt. Alternativ kann durch einen Bediener über die Eingabeeinrichtung eine beabsichtigte Fahrt-

10 dauer eingegeben werden und von dem Berechnungsmodul auf Grundlage eines aus dem Speichermodul ausgelesenen Verbrauchs-

15 profils und der aktuellen Batteriedaten, das heißt insbesondere der verbleibenden Batteriekapazität, die nach Ablauf der Fahrtdauer verbleibende Restkapazität der Batterie bestimmt werden. Darüber hinaus kann das Berechnungsmodul so eingerichtet sein, dass es für eine bestimmte Fahrsituation auf Grundlage verschiedener

20 Verbrauchsprofile für diese Fahrsituation, welche für unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten bestimmt wurden, über die Anzeigeeinrichtung der Vorrichtung dem Bediener die verschiedenen Restfahrtzeiten oder verschiedenen Restkapazitäten der Batterie für unterschiedliche Fahr-

25 geschwindigkeiten ausgibt. Der Bediener kann dann auf Grundlage der ausgegebenen Daten und der äußeren Bedingungen, wie beispielsweise der Strömungsgeschwindigkeit des umgehenden Seewassers, entscheiden, welche Geschwindigkeit bei der jeweiligen Fahrsituation gewählt werden sollte, um ein bestimmtes Manöver zu fahren bzw. einen bestimmten Ort bei der verbleibenden Kapazität der Batterie sicher er-

30 reichen zu können. Durch die Erfassung der Verbrauchsprofile bei realen Bedingungen wird eine sehr genaue Bestimmung bzw. Berechnung der verbleibenden Restfahrtzeit für eine bestimmte Fahrsituation auf Grundlage der aktuellen Batteriekapazität, der Kraftstoffvorräte und/oder der Reaktantenvorräte einer Brennstoffzellenanlage möglich.

Bevorzugt weist die Vorrichtung eine Schnittstelle zu einer Batterieüberwachungseinrichtung zur Übergabe aktueller Batteriedaten an den

Rechner auf. So kann beispielsweise von der Batterieüberwachungseinrichtung die aktuelle Batteriekapazität bzw. der aktuelle Ladezustand der Batterien an den Rechner übergeben werden. Auf diese Weise können die von ohnehin in dem Unterseeboot vorhandene Einrichtungen erfassten Daten zur Bestimmung der Restfahrtdauer automatisch herangezogen werden, ohne dass sie von Hand durch einen Bediener in den Rechner eingegeben werden müssen.

Weiter bevorzugt ist eine Schnittstelle zu einer Fahrtmesseinrichtung zur Übergabe aktueller Fahrtdaten an den Rechner vorgesehen. So kann beispielsweise die aktuelle Fahrgeschwindigkeit von der Fahrtmesseinrichtung direkt über die Schnittstelle an den Rechner übergeben werden. Das Profilerzeugungsmodul des Rechners kann dann die übergebene Fahrgeschwindigkeit direkt in das erzeugte Verbrauchsprofil aufnehmen und mit diesem abspeichern, so dass später ein spezifisches Verbrauchsprofil für diese Geschwindigkeit zur Verfügung steht. Die Schnittstelle hat dabei den Vorteil, dass die Geschwindigkeitsdaten nicht von Hand über die Eingabeeinrichtung in den Rechner eingegeben werden müssen. Umgekehrt kann die Schnittstelle auch dazu genutzt werden, Geschwindigkeitsdaten von dem Rechner an die Fahrtmesseinrichtung bzw. einen Fahrregler zu übergeben. So können die erforderlichen Referenzfahrten zur Bestimmung der unterschiedlichen situationsabhängigen Verbrauchsprofile zumindest teilweise derart automatisch erfolgen, dass die Geschwindigkeiten, für die Verbrauchsprofile bestimmt werden sollen und bei denen folglich Referenzfahrten durchgeführt werden müssen, von dem Rechner an eine Fahrtmess- bzw. Fahrtsteuereinrichtung übergeben werden, welche dann den Antriebsmotor des Unterseebootes so steuert, dass die für die Messung erforderliche Geschwindigkeit für die Messdauer konstant gehalten wird.

30

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Schnittstelle zu einer Unterseeboots-Anlagenautomation zur Übergabe erforderli-

cher Daten an den Rechner vorgesehen. Eine solche Schnittstelle ermöglicht eine weitere Integration des Fahrdauerrechners in übrige Rechneranlagen des Unterseeboots zur Anlagenautomation. So können über die Schnittstelle die für die Erzeugung der Verbrauchsprofile und die Berechnung der Restfahrdauer bzw. der Restkapazität erforderlichen Daten von der Anlagenautomation über die Schnittstelle an den Rechner übergeben werden. Umgekehrt können bei der Durchführung der Referenzfahrten Daten und Steuerbefehle von dem Fahrdauerrechner an die Anlagenautomation übergeben werden, um z. B. die Aggregate des Unterseebootes in der für die Fahrsituation der Referenzfahrt erforderlichen Weise automatisch zu steuern.

Weiter bevorzugt sind der Rechner, die Anzeige- und Eingabeeinrichtung und/oder die Erfassungseinheit Bestandteil eines Automationssystems oder einer Batterieüberwachungseinrichtung. Auf diese Weise wird eine weitere Integration der einzelnen Steuer- bzw. Regeleinrichtungen des Unterseebootes erreicht und Schnittstellen zwischen einzelnen Modulen bzw. Bauteilen können vermieden werden. Der Rechner bzw. Fahrdauerrechner benötigt dann nur noch Schnittstellen zu denjenigen Komponenten, welche nicht von der Anlage überwacht oder gesteuert werden, in die der Rechner integriert ist. Falls der Rechner beispielsweise in eine Batterieüberwachungseinrichtung integriert ist, benötigt der Rechner keine Schnittstelle mehr zu der Batterieüberwachungseinrichtung, da er deren Bestandteil ist. Der Rechner benötigt jedoch beispielsweise weiterhin eine Schnittstelle zu der Fahrtmesseinrichtung, um von dieser automatisiert Daten beziehen zu können.

Bevorzugt ist die Vorrichtung lediglich als Softwaremodul in einem Automationssystem oder einer Batterieüberwachungseinrichtung ausgebildet. Das bedeutet die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrdauer wird lediglich als Computerprogramm bereitgestellt, welches in einer Rechneranlage eines anderen Moduls bzw.

einer anderen Anlage des Unterseebootes integriert wird. Auf diese Weise werden die Fähigkeiten einer bestehenden Automation bzw. eines bestehenden Rechners um die Funktionalität Fahrtdauerberechnung erweitert. Die Hardware und insbesondere die Anzeige- und Eingabeeinrichtung der bestehenden Anlage werden somit ebenfalls für den Fahrtdauerrechner verwendet. Das Profilerzeugnismodul, das Speichermodul und das Berechnungsmodul werden entsprechend lediglich als Softwarekomponenten bereitgestellt.

10 Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand des beigefügten Schaubildes beschrieben.

Das beigefügte Blockschaltbild zeigt die Struktur der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung der Restfahrtdauer eines Unterseebootes bzw. zur Bestimmung der Restkapazität der Batterie eines Unterseebootes bei vorgegebener Fahrtdauer. Die Batterie kann in bekannter Weise aus mehreren Teilbatterien bestehen. Die Anlage weist ein Bedien- und Anzeigegerät 2 auf, über welches die Kommunikation mit einem Benutzer erfolgt, das heißt Daten durch den Benutzer eingegeben werden und Daten dem Benutzer bzw. Bediener angezeigt werden können. Ferner weist die Anlage eine Speicher- und Auswerteeinheit 4 auf, welche mit dem Bedien- und Anzeigegerät 2 derart in Verbindung steht, dass Daten über das Bediengerät 2 an die Auswerteeinheit 4 übergeben und von der Auswerteeinheit 4 über das Anzeigegerät 2 ausgegeben werden können.

Die Speicher- und Auswerteeinheit 4 steht darüber hinaus mit verschiedenen Erfassungs- und Verarbeitungseinheiten 6, 8, 10 und 12 in Verbindung. Zum Betrieb des erfindungsgemäßen Verfahrens muss mindestens eine Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 6 zur Bestimmung der Leistungsaufnahmen der Aggregate des Unterseebootes aus dem Bordnetz vorhanden sein. Darüber hinaus muss mindestens eine Erfas-



sungs- und Verarbeitungseinheit 8 zu Erfassung der Bootsgeschwindigkeit sowie eine Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 10 zur Erfassung der aktuellen Batteriedaten vorhanden sein. Die Erfassungseinheiten 6 und 8 werden bei der Durchführung einer Referenzfahrt zur Bestimmung einzelner situationsabhängiger Verbrauchsprofile benötigt. So werden im Rahmen von Referenzfahrten verschiedene Fahrsituationen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchfahren und jeweils die Bootsgeschwindigkeit und die Leistungsaufnahme aus dem Bordnetz erfasst. Die Erfassung der Leistungsaufnahme erfolgt über spezielle Sensoren im Bordnetz des Unterseebootes oder über vorhandene Sensoren anderer Aggregate, welche die erforderlichen Leistungsdaten erfassen. Die Auswerteeinheit 4 ermittelt dann ein für die jeweilige Fahrsituation spezifisches situationsabhängiges und geschwindigkeitsabhängiges Verbrauchsprofil und speichert dieses in der Speichereinheit 4 ab. Beispielsweise kann eine Referenzfahrt für die Fahrsituation Ortungsfahrt bei 3 kn durchgeführt und ein entsprechendes Verbrauchsprofil unter der Bezeichnung „Profil Ortungsfahrt 3 kn“ gespeichert werden. Auf diese Weise werden Verbrauchsprofile für verschiedene Fahrsituationen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten ermittelt und gespeichert.

Später kann dann auf Grundlage dieser in der Speicher- und Auswerteeinheit 4 gespeicherten Verbrauchsprofile eine verbleibende Restfahrt-dauer bzw. Restkapazität der Batterie bei vorgebender Fahrt-dauer auf Grundlage aktueller Batteriedaten bestimmt werden. Dazu werden die aktuellen Batteriedaten, das heißt insbesondere der Ladezustand bzw. die aktuelle Kapazität der Batterie bzw. der Batterien von der Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 10 online erfasst und an die Speicher- und Auswerteeinheit 4 übergeben. Ein Bediener wählt dann über das Bedien- und Anzeigegerät 2 die gewünschte Fahrsituation und gegebenenfalls eine bestimmte Geschwindigkeit aus, für die dann die Speicher- und Auswerteeinheit 4 das passende gespeicherte Verbrauchsprofil auswertet und auf dessen Grundlage und Grundlage der aktuel-

- len Batteriedaten die Restfahrtdauer, welche sich bei dem gegebenen Ladezustand der Batterien ergibt, anzeigt. Alternativ kann von einem Bediener über das Bediengerät 2 eine beabsichtigte Fahrtdauer in einer bestimmten Fahrsituation und bei einer bestimmten Geschwindigkeit eingegeben werden, wobei dann die Auswerteeinheit 4 die nach der Fahrtdauer verbleibende Restkapazität der Batterien auf Grundlage der aktuellen Batteriedaten vorausberechnet und über das Anzeigegerät 2 ausgibt.
- Optional kann in der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Erfassungs- und Verarbeitungseinheit 12 zum Erfassen des Kraftstoffvorrates und/oder des Brennstoff- und Sauerstoffvorrates einer Brennstoffzellenanlage des Unterseebootes vorgesehen sein. Wenn die Speicher- und Auswerteeinheit 4 auch solche von der Erfassungseinheit 12 bereitgestellte Daten über den Vorrat an konventionellem Kraftstoff, beispielsweise Diesel, und Brennstoff für eine Brennstoffzellenanlage berücksichtigt, ist es möglich, die verbleibende Gesamtfahrtdauer des Unterseebootes unter Berücksichtigung sämtlicher Energievorräte zu bestimmen. Insbesondere ist es möglich, eine solche Fahrtdauer unter Berücksichtigung bestimmter Vorgaben für die Verteilung der Lasten auf Brennstoffzellenanlage und Batterien zu bestimmen. So lässt sich bei der Berechnung durch die Auswerteeinheit 4 gegebenenfalls unter Berücksichtigung bestimmter an dem Bediengerät 2 eingegebener Vorgaben der aktuelle Ladezustand der Batterien sowie der Brennstoffvorrat für die Brennstoffzellen berücksichtigen und bei der Fahrt die Leistungsabgabe von Brennstoffzellenanlage und Batterie so verteilen, dass die Batteriekapazität und der Brennstoff der Brennstoffzellenanlage optimal ausgenutzt werden können.
- Die gezeigte und beschriebene Anlage kann als eigener Rechner mit eigenen Sensoren für die Erfassungs- und Verarbeitungseinheiten 6, 8, 10 und 12 bereitgestellt werden. Alternativ ist es möglich, die Anlage in

- bestehende Anlagen, insbesondere in bestehende Bordrechner des Unterseebootes als Hardware- oder Softwaremodule zu integrieren, um die Anzahl der erforderlichen Schnittstellen zur Datenübertragung und die Anzahl einzelner Rechneranlagen zu verringern. So können von den
- 5 Erfassungseinheiten 6, 8, 10 und 12 auch ohnehin in dem Unterseeboot vorhandene Sensoren genutzt werden. Auf diese Weise wird die Anzahl der für die erfindungsgemäße Fahrdauerberechnung erforderlichen zusätzlichen Bauteile gering gehalten.

### Bezugszeichenliste

	2	Bedien- und Anzeigegerät
5	4	Speicher- und Auswerteeinheit
	6	Erfassungs- und Verarbeitungseinheit für Leistungsaufnahme aus dem Bordnetz
	8	Erfassungs- und Verarbeitungseinheit für die Bootsgeschwindigkeit
10	10	Erfassungs- und Verarbeitungseinheit für die Batteriedaten
	12	Erfassungs- und Verarbeitungseinheit für Brennstoffzelle und Kraftstoff

## Ansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Restfahrtdauer eines Unterseebootes, bei welchem

zunächst für zumindest eine bestimmte Fahrsituation eine Referenzfahrt durchgeführt wird, bei welcher die Leistungsaufnahme des Unterseebootes erfasst und als situationsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert wird,

und später für dieselbe Fahrsituation die Restfahrtdauer oder eine Restkapazität einer Batterie nach einer vorbestimmten Fahrtdauer auf Grundlage des gespeicherten Verbrauchsprofils und der aktuellen Batteriedaten vorausbestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem für mehrere vorbestimmte Fahrsituationen Referenzfahrten durchgeführt werden, bei welchen jeweils die Leistungsaufnahme des Unterseebootes erfasst und als für die jeweilige Fahrsituation spezifisches situationsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem bei der Referenzfahrt in einer Fahrsituation ein Mittelwert der erfassten Leistungsaufnahme über einen Messzeitraum gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem für eine durchzuführende Berechnung der Restfahrtdauer oder der Restkapazität der Batterie ein zuvor gespeichertes passendes Verbrauchsprofil durch einen Bediener auswählbar ist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem während einer Referenzfahrt die Geschwindigkeit des Unter-

seebootes konstant gehalten wird und die dabei erfasste Leistungsaufnahme als situations- und geschwindigkeitsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem für eine vorbestimmte Fahrsituation ein nicht durch Referenzfahrt ermitteltes Verbrauchsprofil aus zumindest zwei anderen durch Referenzfahrt ermittelten Verbrauchsprofilen interpoliert wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem zusätzlich der Kraftstoffvorrat zumindest eines Ladeaggregats erfasst und bei der Berechnung der Restfahrtdauer oder Restkapazität berücksichtigt wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem zusätzlich der Brennstoff- und Oxidantvorrat einer Brennstoffzellenanlage des Unterseebootes erfasst und bei der Berechnung der Restfahrtdauer oder Restkapazität berücksichtigt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die Leistungsaufnahme eines Propellermotors und der übrigen Aggregate des Unterseebootes gemeinsam an einem Messpunkt erfasst wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem die Leistungsaufnahme eines Propellermotors und der übrigen Aggregate des Unterseebootes getrennt voneinander an zumindest zwei verschiedenen Messpunkten erfasst wird.

11. Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrtdauer eines Unterseebootes mit einem Rechner (4), einer Anzeige- und Eingabeeinrichtung (2) und einer Erfassungseinheit (6) zum Erfassen der Leistungsaufnahme des Unterseebootes, wobei der Rechner (4)
- 5 ein Profilerzeugungsmodul zum Erzeugen zumindest eines situationsabhängigen Verbrauchsprofils bei zumindest einer bestimmten Fahrsituation auf Grundlage der von der Erfassungseinheit (6) erfassten Daten,
- 10 ein Speichermodul zum Speichern des erzeugten Verbrauchsprofils sowie
- ein Berechnungsmodul zum Berechnen der Restfahrtdauer in einer bestimmten Fahrsituation auf Grundlage eines gespeicherten Verbrauchsprofils für diese Fahrsituation und aktueller Batteriedaten aufweist.
- 15 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei welcher eine Schnittstelle zu einer Batterieüberwachungseinrichtung (10) zur Übergabe aktueller Batteriedaten an den Rechner (4) vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei welcher eine Schnittstelle zu einer Fahrtmesseinrichtung (8) zur Übergabe aktueller Fahrdaten an den Rechner (4) vorgesehen ist.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei welcher eine Schnittstelle zu einer Unterseeboots-Anlagenautomation zur Übergabe erforderlicher Daten an den Rechner (4) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei welcher der
- 25 Rechner (4), die Anzeige- und Eingabeeinrichtung (2) und/oder die Erfassungseinheit (6) Bestandteile eines Automationssystems oder einer Batterieüberwachungseinrichtung sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, welche als Softwaremodul in einem Automationssystem oder einer Batterieüberwachungseinrichtung ausgebildet ist.



### Zusammenfassung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen der Restfahrtdauer eines Unterseebootes, bei welchen zunächst
- 5 für zumindest eine bestimmte Fahrsituation eine Referenzfahrt durchgeführt wird, bei welcher die Leistungsaufnahme des Unterseebootes erfasst und als situationsabhängiges Verbrauchsprofil gespeichert wird. Später wird für dieselbe Fahrsituation die Restfahrtdauer oder eine Restkapazität einer Batterie bei einer vorbestimmten Fahrtdauer auf Grundlage
- 10 des gespeicherten Verbrauchsprofils und der aktuellen Batteriedaten bestimmt.

